

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-318853

(43)公開日 平成9年(1997)12月12日

| (51)Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|--------|---------------|--------|
| G 0 2 B 6/42 | | | G 0 2 B 6/42 | |
| H 0 1 S 3/18 | | | H 0 1 S 3/18 | |
| H 0 4 B 10/14 | | | G 1 1 B 7/135 | Z |
| 10/135 | | | H 0 4 B 9/00 | Q |
| 10/13 | | | | |

審査請求 未請求 請求項の数40 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-78500

(22)出願日 平成9年(1997)3月28日

(31)優先権主張番号 特願平8-103277

(32)優先日 平8(1996)3月29日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 桜井 道彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 石橋 晃

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

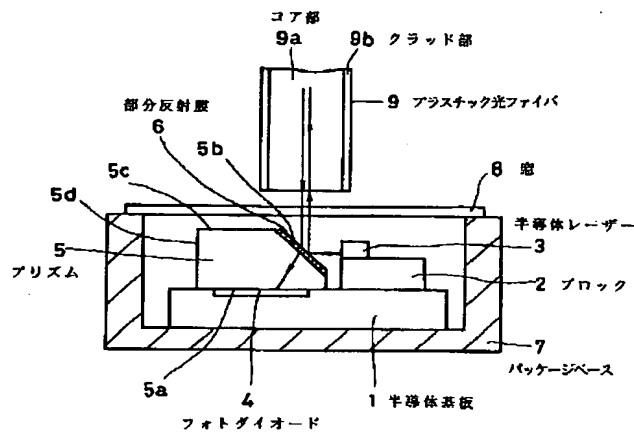
(74)代理人 弁理士 杉浦 正知

(54)【発明の名称】 光送受信装置および光通信ネットワーク

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 小型化が可能で、一つの光リンクの構成に必要な光ファイバが1本で済み、発光素子の出力劣化の問題がなく、実装面積が小さくて済み、光ファイバの伝送損失が極めて小さい光送受信装置およびそれを用いた光通信ネットワークを提供する。

【解決手段】 送信光出射用の半導体レーザー3、受信光受光用のフォトダイオード4および部分反射面を備えたプリズム5を半導体基板1上に設けたものを同一のパッケージ7、8内に収納して光送受信装置を構成する。この光送受信装置に光送信用のプラスチック光ファイバ9を接続する。半導体レーザー3の発光波長およびフォトダイオード4の受光感度がピークをとる波長をプラスチック光ファイバ9の伝送損失が極小となる波長とほぼ等しくする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信光を出射するための発光素子と、受信光を受光するための受光素子と、部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は上記発光素子からの上記送信光の出射光軸と上記受光素子への上記受信光の入射光軸とが上記透明光学部品の上記部分反射面においてほぼ一致するように配置された光送受信装置であって、

上記発光素子の発光波長が光送受信の光ファイバの伝送損失が極小となる波長とほぼ等しいことを特徴とする光送受信装置。

【請求項 2】 上記発光素子の発光波長および上記受光素子の受光感度が最大となる波長が上記光ファイバの伝送損失が極小となる波長とほぼ等しいことを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

【請求項 3】 上記パッケージは中空であることを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

【請求項 4】 上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は半導体基板上に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

【請求項 5】 上記発光素子は半導体レーザーまたは発光ダイオードであることを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

【請求項 6】 上記受光素子はフォトダイオードであることを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

【請求項 7】 上記透明光学部品は上記受光素子上に設けられたプリズムであることを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

【請求項 8】 上記半導体基板は上記発光素子の駆動回路および／または上記受光素子のインピーダンス変換回路が設けられた別の半導体基板上に設けられていることを特徴とする請求項 4 記載の光送受信装置。

【請求項 9】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであり、上記発光素子の発光波長はほぼ 650nmであることを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

【請求項 10】 上記発光素子は AlGaInP 系半導体レーザーであることを特徴とする請求項 9 記載の光送受信装置。

【請求項 11】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであり、上記発光素子の発光波長はほぼ 570nmであることを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

【請求項 12】 上記発光素子は ZnCdSe、ZnCdSSe または BeZnCdSe からなる活性層を用いた II-VI 族化合物半導体系半導体レーザーであることを特徴とする請求項 11 記載の光送受信装置。

【請求項 13】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであり、上記発光素子の発光波長はほぼ 520nmであることを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

【請求項 14】 上記発光素子は ZnCdSe、ZnSeTe、ZnCdSSe または BeZnCdSe からなる活性層を用いた II-VI 族化合物半導体系半導体レーザーであることを特徴とする請求項 13 記載の光送受信装置。

10 【請求項 15】 上記発光素子は GaInN からなる活性層を用いた GaN 系半導体レーザーであることを特徴とする請求項 13 記載の光送受信装置。

【請求項 16】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであり、上記発光素子の発光波長はほぼ 470nmであることを特徴とする請求項 1 記載の光送受信装置。

20 【請求項 17】 上記発光素子は ZnCdSe または ZnSeTe からなる活性層を用いた II-VI 族化合物半導体系半導体レーザーであることを特徴とする請求項 16 記載の光送受信装置。

【請求項 18】 上記発光素子は GaInN からなる活性層を用いた GaN 系半導体レーザーであることを特徴とする請求項 16 記載の光送受信装置。

【請求項 19】 送信光を出射するための発光素子と、受信光を受光するための受光素子と、部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は上記発光素子からの上記送信光の出射光軸と上記受光素子への上記受信光の入射光軸とが上記透明光学部品の上記部分反射面においてほぼ一致するように配置された光送受信装置であって、

上記発光素子の発光波長が 500nm 以上 590nm 以下であることを特徴とする光送受信装置。

【請求項 20】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであることを特徴とする請求項 19 記載の光送受信装置。

40 【請求項 21】 上記発光素子は ZnCdSe、ZnCdSSe または BeZnCdSe からなる活性層を用いた II-VI 族化合物半導体系半導体レーザーであることを特徴とする請求項 20 記載の光送受信装置。

【請求項 22】 上記発光素子は CdSe/ZnSe、CdSe/ZnSSe または ZnCdSe/ZnSe のヘテロ接合による量子ドットからなる活性層を用いた II-VI 族化合物半導体系半導体レーザーであることを特徴とする請求項 20 記載の光送受信装置。

50 【請求項 23】 送信光を出射するための発光素子と、受信光を受光するための受光素子と、部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、

上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、

上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は上記発光素子からの上記送信光の出射光軸と上記受光素子への上記受信光の入射光軸とが上記透明光学部品の上記部分反射面においてほぼ一致するように配置された光送受信装置であって、

上記発光素子の発光波長が400nm以上500nm以下であることを特徴とする光送受信装置。

【請求項24】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであることを特徴とする請求項23記載の光送受信装置。

【請求項25】 上記発光素子の発光波長が400nm以上480nm以下であることを特徴とする請求項23記載の光送受信装置。

【請求項26】 上記発光素子はZnMgSSeまたはZnSeからなる活性層を用いたII-VI族化合物半導体系半導体レーザーであることを特徴とする請求項23記載の光送受信装置。

【請求項27】 上記発光素子はGaInNからなる活性層を用いたGaN系半導体レーザーであることを特徴とする請求項23記載の光送受信装置。

【請求項28】 上記発光素子の発光波長が480nm以上500nm以下であることを特徴とする請求項23記載の光送受信装置。

【請求項29】 上記発光素子はZnCdSe、ZnCdSSeまたはBeZnCdSeからなる活性層を用いたII-VI族化合物半導体系半導体レーザーであることを特徴とする請求項28記載の光送受信装置。

【請求項30】 上記発光素子はGaInNからなる活性層を用いたGaN系半導体レーザーであることを特徴とする請求項28記載の光送受信装置。

【請求項31】 光送受信用の光ファイバと光送受信装置とを有する光通信ネットワークにおいて、上記光送受信装置が、送信光を出射するための発光素子と、受信光を受光するための受光素子と、部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は上記発光素子からの上記送信光の出射光軸と上記受光素子への上記受信光の入射光軸とが上記透明光学部品の上記部分反射面においてほぼ一致するように配置され、上記発光素子の発光波長が上記光ファイバの伝送損失が極小となる波長とほぼ等しい光送受信装置であることを特徴とする光通信ネットワーク。

【請求項32】 上記発光素子の発光波長および上記受光素子の受光感度が最大となる波長が上記光ファイバの伝送損失が極小となる波長とほぼ等しいことを特徴とす

る請求項31記載の光通信ネットワーク。

【請求項33】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであり、上記発光素子の発光波長はほぼ650nmであることを特徴とする請求項31記載の光通信ネットワーク。

【請求項34】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであり、上記発光素子の発光波長はほぼ570nmであることを特徴とする請求項31記載の光通信ネットワーク。

10 【請求項35】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであり、上記発光素子の発光波長はほぼ520nmであることを特徴とする請求項31記載の光通信ネットワーク。

【請求項36】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであり、上記発光素子の発光波長はほぼ470nmであることを特徴とする請求項31記載の光通信ネットワーク。

20 【請求項37】 光送受信用の光ファイバと光送受信装置とを有する光通信ネットワークにおいて、上記光送受信装置が、

送信光を出射するための発光素子と、
受信光を受光するための受光素子と、
部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、
上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、

上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は上記発光素子からの上記送信光の出射光軸と上記受光素子への上記受信光の入射光軸とが上記透明光学部品の上記部分反射面においてほぼ一致するように配置され、
30 上記発光素子の発光波長が500nm以上590nm以下である光送受信装置であることを特徴とする光通信ネットワーク。

【請求項38】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであることを特徴とする請求項37記載の光通信ネットワーク。

【請求項39】 光送受信用の光ファイバと光送受信装置とを有する光通信ネットワークにおいて、
40 上記光送受信装置が、

送信光を出射するための発光素子と、
受信光を受光するための受光素子と、
部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、
上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、

上記発光素子、上記受光素子および上記透明光学部品は上記発光素子からの上記送信光の出射光軸と上記受光素子への上記受信光の入射光軸とが上記透明光学部品の上記部分反射面においてほぼ一致するように配置され、
50 上記発光素子の発光波長が400nm以上500nm以下である光送受信装置であることを特徴とする光通信ネットワーク。

【請求項40】 上記光ファイバはコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバであることを特徴とする請求項39記載の光通信ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光送受信装置および光通信ネットワークに関し、特に、光通信における光リンクに用いて好適な光送受信装置およびそれを用いた光通信ネットワークに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光リンク装置として、発光素子チップを封止した送信用のパッケージと受光素子チップを封止した受信用のパッケージとを別々に用いて構成されたものや送信用のパッケージと受信用のパッケージとを物理的に隣接結合することにより構成されたものが知られている（例えば、特開昭58-204573号公報、特開平7-99340号公報および特開平5-206521号公報）。しかしながら、これらの従来の光リンク装置は、2個のパッケージにより構成されているため、その体積は例えば21mm×8mm×50mm程度と大きかった。また、一つの光リンクの構成に、送信用の光ファイバと受信用の光ファイバとの2本の光ファイバが必要であった。

【0003】一方、発光素子チップを透明モールド樹脂により封止した光リンク装置も知られている（例えば、特開平7-111342号公報）。しかしながら、この場合には、樹脂の収縮により発光素子チップに応力が発生して出力劣化が生ずるといった問題があった。

さらに、発光素子、受光素子、発光素子の駆動IC、受光素子のインピーダンス変換ICなどの光リンク構成部品をリードフレームや厚膜印刷基板の同一面上に並べて配置した光リンク装置も知られている（例えば、特開平7-99340号公報）。しかしながら、この従来の光リンク装置は、実装面積（設置面積）が大きくなるという欠点があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の光リンク装置は、いずれも欠点があり、その改善が望まれていた。

【0005】したがって、この発明は、小型化が可能で、一つの光リンクの構成に必要な光ファイバが1本で済み、発光素子の出力劣化の問題がなく、しかも実装面積が小さくて済む光送受信装置を提供することにある。

【0006】この発明の他の目的は、光ファイバを通して光送受信を行う場合に伝送損失を極めて小さくすることができる光送受信装置を提供することにある。

【0007】この発明のさらに他の目的は、伝送損失が極めて小さい光ファイバにより構築することができる光通信ネットワークを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明の第1の発明による光送受信装置は、送信光を出射するための発光素子と、受信光を受光するための受光素子と、部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、発光素子、受光素子および透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、発光素子、受光素子および透明光学部品は発光素子からの送信光の出射光軸と受光素子への受信光の入射光軸とが透明光学部品の部分反射面においてほぼ一致するように配置された光送受信装置であって、発光素子の発光波長が光送信用の光ファイバの伝送損失が極小となる波長とほぼ等しいことを特徴とするものである。

【0009】この発明の第2の発明は、光送信用の光ファイバと光送受信装置とを有する光通信ネットワークにおいて、光送受信装置が、送信光を出射するための発光素子と、受信光を受光するための受光素子と、部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、発光素子、受光素子および透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、発光素子、受光素子および透明光学部品は発光素子からの送信光の出射光軸と受光素子への受信光の入射光軸とが透明光学部品の部分反射面においてほぼ一致するように配置され、発光素子の発光波長が光ファイバの伝送損失が極小となる波長とほぼ等しい光送受信装置であることを特徴とするものである。

【0010】この発明の第1および第2の発明において、好適には、発光素子の発光波長および受光素子の受光感度が最大となる波長は、光ファイバの伝送損失が極小となる波長とほぼ等しい。

【0011】ここで、発光素子の発光波長、受光素子の受光感度が最大となる波長および光ファイバの伝送損失が極小となる波長は、±20nm程度の範囲内で相互に一致していれば実用上十分であるが、±10nm程度の範囲内で一致しているのが望ましい。例えば、光ファイバの伝送損失が極小となる波長が650nmである場合は、発光素子の発光波長および受光素子の受光感度が最大となる波長は650±20nmであればよく、650±10nmであるのが望ましい。

【0012】この発明の第1および第2の発明において、光ファイバとして、コアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバを用いる場合、その伝送損失が極小となる波長は、約650nm、約570nm、約520nmおよび約470nmである（図4参照）。発光素子の発光波長をこれらの波長のいずれかに合わせることで、伝送損失を0.15dB/m以下にすることができる。具体的には、発光素子として例えばAlGaInP系半導体レーザーを用いれば、発光波長をほぼ650nmとすることができる。また、発光素子として、例えばZnCdSe、ZnCdSSeまたはBeZnCdSeからなる活性層を用いたII-VI族化合物半導体系半導体レーザーを用いれば、発光波長を

ほぼ570nmとすることができる。また、発光素子として、例えばZnCdSe、ZnSeTe、ZnCdSSeまたはBeZnCdSeからなる活性層を用いたII-VI族化合物半導体系半導体レーザー、あるいは、GaInNからなる活性層を用いたGaN系半導体レーザーを用いれば、発光波長をほぼ520nmとすることができる。さらにまた、発光素子として、例えばZnCdSeまたはZnSeTeからなる活性層を用いたII-VI族化合物半導体系半導体レーザー、あるいは、GaInNからなる活性層を用いたGaN系半導体レーザーを用いれば、発光波長をほぼ470nmとすることができる。

【0013】この発明の第3の発明による光送受信装置は、送信光を出射するための発光素子と、受信光を受光するための受光素子と、部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、発光素子、受光素子および透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、発光素子、受光素子および透明光学部品は発光素子からの送信光の出射光軸と受光素子への受信光の入射光軸とが透明光学部品の部分反射面においてほぼ一致するように配置された光送受信装置であって、発光素子の発光波長が500nm以上590nm以下であることを特徴とするものである。

【0014】この発明の第4の発明による光送受信装置は、送信光を出射するための発光素子と、受信光を受光するための受光素子と、部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、発光素子、受光素子および透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、発光素子、受光素子および透明光学部品は発光素子からの送信光の出射光軸と受光素子への受信光の入射光軸とが透明光学部品の部分反射面においてほぼ一致するように配置された光送受信装置であって、発光素子の発光波長が400nm以上500nm以下であることを特徴とするものである。

【0015】この発明の第5の発明は、光送受信用の光ファイバと光送受信装置とを有する光通信ネットワークにおいて、光送受信装置が、送信光を出射するための発光素子と、受信光を受光するための受光素子と、部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、発光素子、受光素子および透明光学部品は同一のパッケージ内に収納され、発光素子、受光素子および透明光学部品は発光素子からの送信光の出射光軸と受光素子への受信光の入射光軸とが透明光学部品の部分反射面においてほぼ一致するように配置され、発光素子の発光波長が500nm以上590nm以下である光送受信装置であることを特徴とするものである。

【0016】この発明の第6の発明は、光送受信用の光ファイバと光送受信装置とを有する光通信ネットワークにおいて、光送受信装置が、送信光を出射するための発光素子と、受信光を受光するための受光素子と、部分反射面を備えた透明光学部品とを有し、発光素子、受光素子および透明光学部品は同一のパッケージ内に収納さ

れ、発光素子、受光素子および透明光学部品は発光素子からの送信光の出射光軸と受光素子への受信光の入射光軸とが透明光学部品の部分反射面においてほぼ一致するように配置され、発光素子の発光波長が400nm以上500nm以下である光送受信装置であることを特徴とするものである。

【0017】この発明の第3、第4、第5および第6の発明において、光ファイバとしてコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバを用いる場合、発光素子の発光波長を500nm以上590nm以下または400nm以上500nm以下とすることにより、伝送損失を0.15dB/m以下にすることができる。具体的には、発光素子として、例えばZnCdSe（ただし、Cd組成は約50%以上100%以下）、ZnCdSSeまたはBeZnCdSeからなる活性層を用いたII-VI族化合物半導体系半導体レーザーを用いれば、発光波長を500nm以上590nm以下とすることができる。同様に、発光素子として、CdSe/ZnSe、CdSe/ZnSSeまたはZnCdSe/ZnSeのヘテロ接合による量子ドットからなる活性層を用いたII-VI族化合物半導体系半導体レーザーを用いれば、発光波長を500nm以上590nm以下とすることができる。また、発光素子として、例えばZnMgSSeまたはZnSeからなる活性層を用いたII-VI族化合物半導体系半導体レーザー、あるいは、GaInNからなる活性層を用いたGaN系半導体レーザーを用いれば、発光波長を400nm以上480nm以下とすることができる。また、発光素子として、例えばZnCdSe（ただし、Cd組成は0%以上40%以下）、ZnCdSSeまたはBeZnCdSeからなる活性層を用いたII-VI族化合物半導体系半導体レーザー、あるいは、GaInNからなる活性層を用いたGaN系半導体レーザーを用いれば、発光波長を480nm以上500nm以下とすることができる。

【0018】上述のように構成されたこの発明による光送受信装置によれば、その構成部品である発光素子、受光素子および透明光学部品が同一のパッケージ内に収納されていることにより、小型化が可能である。また、発光素子からの送信光の出射光軸と受光素子への受信光の入射光軸とが透明光学部品の部分反射面においてほぼ一致していることにより、送受信に必要な光ファイバは1本で済む。さらに、中空のパッケージを用いることにより、発光素子の出力劣化の問題もなくなる。また、発光素子の発光波長が光送受信用の光ファイバの伝送損失が極小となる波長とほぼ等しいことにより、伝送損失を極めて小さくすることができる。また、発光素子の発光波長が500nm以上590nm以下または400nm以上500nm以下であることにより、光ファイバとしてコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバを用いた場合、伝送損失を極めて小さくする

ことができる。さらに、発光素子、受光素子および透明光学部品が設けられた半導体基板を発光素子の駆動回路および／または受光素子のインピーダンス変換回路が設けられた別の半導体基板上に設けることにより、これらの構成部品を立体的に積層配置することができ、これによってこれらの構成部品の実装面積が小さくて済む。

【0019】上述のように構成されたこの発明による光通信ネットワークによれば、その光送受信装置の発光素子の発光波長が光ファイバの伝送損失が極小となる波長とほぼ等しいことにより、伝送損失を極めて小さくすることができる。また、発光素子の発光波長が500nm以上590nm以下または400nm以上500nm以下であることにより、光ファイバとしてコアがポリメチルメタクリレートからなるプラスチック光ファイバを用いた場合、伝送損失を極めて小さくすることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、実施形態の全図において、同一または対応する部分には同一の符号を付す。

【0021】図1はこの発明の第1の実施形態による光送受信装置を示す断面図、図2はこの光送受信装置における半導体基板の平面図である。

【0022】図1および図2に示すように、この第1の実施形態による光送受信装置においては、例えばSi基板のような半導体基板1上の所定部分に設けられたダイパッド（図示せず）上に、例えばSiチップからなるブロック（サブマウントとも呼ばれる）2上に半導体レーザー3を載せたものがダイボンディングによりマウントされている。ここで、ブロック2は、半導体レーザー3は通常接合が下側にくるようにマウントされることから、この半導体レーザー3から出射されるレーザー光が半導体基板1の表面で反射されて雑音光となるのを防止するために、この半導体レーザー3を半導体基板1の表面から十分に高い所に位置させる役割を有する。

【0023】半導体基板1の他の部分にはフォトダイオード4が設けられている。さらに、このフォトダイオード4上には、このフォトダイオード4を覆うように、図示省略したSiO₂膜を介して、例えば光学ガラスからなるプリズム5が例えばエポキシ樹脂系接着剤やシリコーン樹脂系接着剤などにより接着され、マウントされている。ここで、このSiO₂膜は、フォトダイオード4の表面保護膜として用いられるほか、プリズム5の接着強度の向上のために用いられる。

【0024】プリズム5は、その底面5aに対して所定角度、例えば45°傾斜した斜面5bを有する。この斜面5b上には部分反射膜（ハーフミラー）6が設けられている。この場合、半導体レーザー3からの送信光の出射光軸とフォトダイオード4への受信光の入射光軸とがこの部分反射膜6においてほぼ一致するように半導体レ

ーザー3、フォトダイオード4およびプリズム5が配置されている。また、図示は省略するが、プリズム5の上面5cおよび半導体レーザー3と反対側の端面5dは光吸収膜により覆われており、この光吸収膜により、雑音光となる迷光を吸収することができるようになっている。

【0025】ブロック2、半導体レーザー3、フォトダイオード4およびプリズム5を有する半導体基板1は、中空のパッケージベース7内に収納されている。このパッケージベース7は、その上部に設けられた例えばガラスからなる窓8により気密封止されている。ここで、パッケージベース7の材料としては、例えば、金属、セラミックス、アクリル樹脂などを用いることができる。

【0026】プリズム5の斜面5bの上方の部分における窓8にその一端面が対向するようにプラスチック光ファイバ9が接続されている。このプラスチック光ファイバ9は、コア部9aとその周囲を取り巻くクラッド部9bとからなる。このプラスチック光ファイバ9の径は例えば1mm程度である。

【0027】この光送受信装置においては、半導体レーザー3として、赤色発光のAlGaInP系半導体レーザーが用いられる。より具体的には、この半導体レーザー3は、図3に示すような発光スペクトルを有し、波長650nm付近にピーク波長を有する。

【0028】また、プラスチック光ファイバ9としては、図4に示すような伝送損失スペクトルを有するものが用いられる。この図4に示す伝送損失スペクトルを有するプラスチック光ファイバ9は、コアがポリメチルメタクリレート（PMMA）からなるものである。図4からわかるように、このプラスチック光ファイバ9は、波長650nm付近のほか、波長570nm付近、波長520nm付近、波長470nm付近で伝送損失が極小となっている。

【0029】また、SiO₂膜により表面が覆われたフォトダイオード4は、図5に示すような反射スペクトルを有する。ただし、SiO₂膜の厚さは340nmである。図5より、波長650nm付近で反射率が最小、すなわち受光感度がピークをとっている。

【0030】以上のことからわかるように、この光送受信装置においては、半導体レーザー3の発光波長およびフォトダイオード4の受光感度がピークをとる波長はいずれも650nm付近にあり、プラスチック光ファイバ9の伝送損失が極小となる波長とほぼ等しい。

【0031】この光送受信装置において半導体レーザー3として用いられるAlGaInP系半導体レーザーの具体的な構造例を図6に示す。図6に示すように、このAlGaInP系半導体レーザーにおいては、n型GaAs基板31上に、図示省略したバッファ層を介して、n型（Al_xGa_{1-x}）、In_{n-1}Pクラッド層32、活性層33およびp型（Al_xGa_{1-x}）、In_{n-1}P

クラッド層 3 4 が順次積層されている。p 型 (Al_xGa_{1-x}), $In_{1-y}P$ クラッド層 3 4 の上部は一方向に延びるストライプ形状を有し、このストライプ部の両側の部分に例えば n 型 $GaAs$ 電流狭窄層 3 5 が埋め込まれ、これによって電流狭窄構造が形成されている。図 7 は、活性層 3 3 を多重量子井戸構造とした例を示すエネルギーバンド図であり、特に伝導帯を示したものである。図 7 において、 E_c は伝導帯の下端のエネルギーである。図 7 に示すように、この場合、活性層 3 3 は、障壁層としての ($Al_{0.5}Ga_{0.5}$), $In_{1-y}P$ 層と量子井戸層としての Ga , $In_{1-y}P$ 層とを交互に積層したものからなる。ここで、障壁層としての ($Al_{0.5}Ga_{0.5}$), $In_{1-y}P$ 層の厚さは例えば 4 nm であり、量子井戸層としての Ga , $In_{1-y}P$ 層の厚さは例えば 4.5 nm である。

【0032】次に、上述の光送受信装置とプラスチック光ファイバ 9 との接続方法について説明する。図 8 はこの接続に用いられるコネクタの一例を示す。図 8 に示すように、このコネクタはソケット 1 0 1 およびプラグ 1 0 2 からなる。この場合、ソケット 1 0 1 内に上述の光送受信装置を保持するとともに、プラグ 1 0 2 にプラスチック光ファイバ 9 を保持し、ソケット 1 0 1 にプラグ 1 0 2 をはめ合わせることで、光送受信装置とプラスチック光ファイバ 9 とが所定の相対的位置関係で一体化される。

【0033】次に、上述のように構成された光送受信装置の動作について説明する。まず、送信時には、送信する信号に応じて外部の駆動回路 (図示せず) により発生された信号電流で半導体レーザー 3 を駆動することによりこの半導体レーザー 3 から送信光を出射させる。この送信光は、プリズム 5 の斜面 5 b 上の部分反射膜 6 で反射された後、窓 8 を透過してプラスチック光ファイバ 9 の一端面に入射し、このプラスチック光ファイバ 9 内を伝播して受信側に送信される。

【0034】一方、受信時には、送信側からプラスチック光ファイバ 9 内を伝播してきた送信光がこのプラスチック光ファイバ 9 の一端面から出射される。この送信光は、窓 8 を透過した後、プリズム 5 の斜面 5 b 上の部分反射膜 6 に入射する。この部分反射膜 6 に入射した送信光のうちの一部はこの部分反射膜 6 を透過してプリズム 3 の内部に入り、フォトダイオード 4 に受信光として入射する。そして、このフォトダイオード 4 により光電変換され、光電流として外部のインピーダンス変換アンプ (図示せず) に出力される。このとき、フォトダイオード 4 の表面で反射された光は、最終的にプリズム 5 の上面 5 c および端面 5 d に形成された光吸収膜に当たって吸収されることにより、雑音光とはならない。また、プリズム 5 の斜面 5 b はプラスチック光ファイバ 9 に対して 45° 傾斜しているため、このプラスチック光ファイバ 9 への戻り光はほとんどない。

【0035】図 9 は、この第 1 の実施形態による光送受信装置とプラスチック光ファイバ 9 とを用いて構築される光通信ネットワークを概念的に示したものである。図 9 に示すように、プラスチック光ファイバ 9 の両端に上述のような構成の光送受信装置 1 2 1、1 2 2 をそれぞれ設けることにより、光通信ネットワークを構築することができる。

【0036】以上のように、この第 1 の実施形態による光送受信装置によれば、半導体基板 1 上に一体的に設けられた半導体レーザー 3、フォトダイオード 4 およびプリズム 5 がパッケージベース 7 内に収納されているので、実装面積および体積が小さくて済み、これによって小型化および薄型化を図ることができる。また、半導体レーザー 3 は中空のパッケージベース 7 内に収納されているので、透明樹脂モールドで封止を行う場合と異なり、半導体レーザー 3 の出力劣化の問題がない。さらに、半導体レーザー 3 からの送信光の出射光軸とフォトダイオード 5 への受信光の入射光軸とがプリズム 5 の部分反射膜 6 においてほぼ一致していることにより、1 本のプラスチック光ファイバ 9 だけで送受信を行うことができる。

【0037】また、この第 1 の実施形態による光送受信装置によれば、半導体レーザー 3 の発光波長がプラスチック光ファイバ 9 の伝送損失が極小となる波長とほぼ等しいことにより、伝送損失をほぼ 0.15 dB/m と、極めて小さくすることができる。このため、プラスチック光ファイバ 9 の長さ、すなわち送受信距離 (伝送距離) を実用上十分に長くすることができる。そして、これらの光送受信装置およびプラスチック光ファイバ 9 を用いることにより、伝送損失が極めて小さい光通信ネットワークを、少数のプラスチック光ファイバ 9 を用いて安価に構築することができる。

【0038】この光送受信装置は、ローカルエリアネットワーク (LAN)、特に例えば送受信距離が $\sim 100 \text{ m}$ の LAN における光リンクに用いて好適なものである。これによって、例えば、ルーム間、フロア間、ビル間の光コネクションが可能となり、AV および IT 社会の効率化を図ることができる。

【0039】次に、この発明の第 2 の実施形態による光送受信装置について説明する。図 10 はこの第 2 の実施形態による光送受信装置を示す。

【0040】図 10 に示すように、この第 2 の実施形態による光送受信装置においては、半導体基板 10 上に半導体レーザー 3 の駆動回路 1 1 およびフォトダイオード 4 のインピーダンス変換回路 1 2 が設けられ、この半導体基板 10 上に、半導体レーザー 3、フォトダイオード 4 およびプリズム 5 が一体的に設けられた第 1 の実施形態と同様な半導体基板 1 がマウントされている。その他の構成は、第 1 の実施形態による光送受信装置と同様であるので、説明を省略する。

【0041】この第2の実施形態によれば、半導体レーザー3、フォトダイオード4、プリズム5、半導体レーザー3の駆動回路11およびフォトダイオード4のインピーダンス変換回路12が立体的に積層配置されていることにより、光送受信装置に半導体レーザー3の駆動回路11およびフォトダイオード4のインピーダンス変換回路12を内蔵する場合においても実装面積および体積が小さくて済み、これによって光送受信装置の小型化および薄型化を図ることができる。これに加えて、第1の実施形態と同様に、半導体レーザー3の出力劣化の問題がなく、1本のプラスチック光ファイバ9だけで送受信を行うことができるという利点も得ることができる。

【0042】次に、この発明の第3の実施形態による光送受信装置について説明する。

【0043】この第3の実施形態による光送受信装置においては、第1の実施形態による光送受信装置における半導体レーザー3として、図11に示すような、ZnCdSe/ZnSSe/ZnMgSSe SCH (Separate Confinement Heterostructure) 構造を有する半導体レーザーを用いる。その他の構成は、第1の実施形態による光送受信装置と同様であるので、説明を省略する。

【0044】図11に示すように、この半導体レーザーにおいては、例えば(100)面方位のn型GaAs基板201上に、n型GaAsバッファ層202、n型ZnSeバッファ層203、n型ZnSSeバッファ層204、n型ZnMgSSeクラッド層205、n型ZnSSe光導波層206、例えばZnCdSe層からなる単一量子井戸構造の活性層207、p型ZnSSe光導波層208、p型ZnMgSSeクラッド層209、p型ZnSSeキャップ層210、p型ZnSeコンタクト層211、p型ZnSe/ZnTe多重量子井戸(MQW)層212およびp型ZnTeコンタクト層213が順次積層されている。

【0045】ここで、n型ZnSSeバッファ層204、n型ZnSSe光導波層206、p型ZnSSe光導波層208およびp型ZnSSeキャップ層210のS組成は例えば6%である。また、活性層207を構成するZnCdSe層のCd組成は例えば20%であり、このときこの半導体レーザーの発光波長は約520nmであり、プラスチック光ファイバ9の伝送損失が極小となる発光波長となる(図4参照)。

【0046】各層の厚さの一例を挙げると、n型GaAsバッファ層202は250nm、n型ZnSeバッファ層203は30nm、n型ZnSSeバッファ層204は140nm、n型ZnMgSSeクラッド層205は1.0μm、n型ZnSSe光導波層206は120nm、活性層207を構成するZnCdSe層は7.5nm、p型ZnSSe光導波層208は120nm、p型ZnMgSSeクラッド層209は0.7μm、p型ZnSSeキャップ層210は300nm、p型ZnS

eコンタクト層211は100nm、p型ZnTeコンタクト層213は30nmである。

【0047】n型GaAs基板201およびn型GaAsバッファ層202にはn型不純物として例えばSiがドーブされ、n型ZnSeバッファ層203、n型ZnSSeバッファ層204、n型ZnMgSSeクラッド層205およびn型ZnSSe光導波層206にはn型不純物として例えばClがドーブされ、p型ZnSSe光導波層208、p型ZnMgSSeクラッド層209、p型ZnSSeキャップ層210、p型ZnSeコンタクト層211、p型ZnSe/ZnTeMQW層212およびp型ZnTeコンタクト層213にはp型不純物として例えばNがドーブされている。

【0048】この場合、p型ZnSeコンタクト層211、p型ZnSe/ZnTeMQW層212およびp型ZnTeコンタクト層213は、一方向に延びるストライプ形状を有する。このストライプ部の両側の部分におけるp型ZnSSeキャップ層210上には例えばAl₂O₃膜からなる絶縁層214が設けられ、これによって電流狭窄構造が形成されている。

【0049】ストライプ形状のp型ZnTeコンタクト層213および絶縁層214の全面には、厚さが例えば10nmのPd膜、厚さが例えば100nmのPt膜および厚さが例えば300nmのAu膜を真空蒸着法により順次形成することにより形成したPd/Pt/Au電極からなるp側電極215が、p型ZnTeコンタクト層213とオーミック接触して設けられている。一方、n型GaAs基板201の裏面には、例えばIn膜を真空蒸着法により形成することにより形成したIn電極からなるn側電極216が、n型GaAs基板201とオーミック接触して設けられている。

【0050】この半導体レーザーの共振器長Lは例えば600μm、幅Wは例えば400μmである。また、ストライプ部の幅dは例えば10μmである。

【0051】この第3の実施形態による光送受信装置によれば、半導体レーザー3としてZnCdSe/ZnSSe/ZnMgSSe SCH構造を有する半導体レーザーを用いた場合において、第1の実施形態による光送受信装置と同様な利点を得ることができる。

【0052】次に、この発明の第4の実施形態による光送受信装置について説明する。

【0053】この第4の実施形態による光送受信装置においては、第1の実施形態による光送受信装置における半導体レーザー3として、CdSe/ZnSSeヘテロ接合による量子ドットからなる活性層を用いた半導体レーザーを用いる。その他の構成は、第1の実施形態による光送受信装置と同様であるので、説明を省略する。

【0054】図12に示すように、この半導体レーザーにおいては、n型ZnSSe光導波層206上にCdSeドット217が二次元アレイ状に配列されており1こ

これらのCdSeドット217を覆うようにp型ZnSSe光導波層208が積層されている。これによって、CdSe/ZnSSeヘテロ接合による量子ドットからなる活性層が形成されている。この半導体レーザーのその他の構成は、図11に示す半導体レーザーと同様であるので、説明を省略する。この場合、この半導体レーザーの発光波長は約570nmであり、プラスチック光ファイバ9の伝送損失が極小となる発光波長となっている(図4参照)。

【0055】この第4の実施形態による光送受信装置によれば、半導体レーザー3としてCdSe/ZnSSeヘテロ接合による量子ドットからなる活性層を用いた半導体レーザーを用いた場合において、第1の実施形態による光送受信装置と同様な利点を得ることができる。

【0056】以上、この発明の実施形態につき具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものでなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【0057】例えば、上述の第1、第3および第4の実施形態において挙げた数値や材料などはあくまでも例に過ぎず、これと異なる数値や材料などを用いてもよい。例えば、半導体基板1として、Si基板の代わりに例えばGaAs基板を用いてもよい。

【0058】また、上述の第1、第2、第3および第4の実施形態においてはプラスチック光ファイバ9を用いているが、このプラスチック光ファイバ9の代わりに、例えば、ガラスからなるコア部とその周囲を取り巻くプラスチックからなるクラッド部とからなる光ファイバを用いてもよい。ここで、ガラスからなるコア部の径は例えば0.25mmである。

【0059】また、第3および第4の実施形態において用いられているn型ZnSSe光導波層206およびp型ZnSSe光導波層208の代わりにそれぞれn型ZnSe光導波層およびp型ZnSe光導波層を用いてもよい。同様に、p型ZnSSeキャップ層210の代わりにp型ZnSeキャップ層を用いてもよい。

【0060】また、例えば、第3の実施形態において、p型ZnSe/ZnTeMQW層212のp型ZnTe層の代わりにp型BeTe層またはp型GaAs層を用い、p型ZnTeコンタクト層213の代わりにp型BeTeコンタクト層またはp型GaAsコンタクト層を用い、n型ZnSSe光導波層206およびp型ZnSSe光導波層208の代わりにそれぞれn型BeZnSe光導波層およびp型BeZnSe光導波層を用い、n型ZnMgSSeクラッド層205およびp型ZnMgSSeクラッド層209の代わりにそれぞれn型BeMgZnSeクラッド層およびp型BeMgZnSeクラッド層を用いてもよい。

【0061】さらに、第3および第4の実施形態においては、半導体レーザー3としてSCH構造の半導体レ

ザーを用いているが、半導体レーザー3として、DH(Double Heterostructure)構造の半導体レーザーを用いてもよい。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、この発明による光送受信装置によれば、発光素子、受光素子および透明光学部品が同一のパッケージ内に収納されていることにより、小型化が可能である。また、発光素子からの送信光の出射光軸と受光素子への受信光の入射光軸とが透明光学部品の部分反射面においてほぼ一致していることにより、送受信に必要な光ファイバは1本で済む。さらに、中空のパッケージを用いることにより、発光素子の出力劣化の問題がなくなる。また、発光素子の発光波長が光ファイバの伝送損失が極小となる波長とほぼ等しいか、あるいは、発光素子の発光波長が500nm以上590nm以下または400nm以上500nm以下であることにより、伝送損失を極めて小さくすることができる。さらに、発光素子、受光素子および透明光学部品が設けられた半導体基板を発光素子の駆動回路および/または受光素子のインピーダンス変換回路が設けられた別の半導体基板上に設けることにより、これらの発光素子の駆動回路および/または受光素子のインピーダンス変換回路を内蔵する場合においても小型化が可能である。

【0063】また、この発明による光通信ネットワークによれば、上述のような光送受信装置を用いていることにより、伝送損失を極めて小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態による光送受信装置を示す断面図である。

【図2】この発明の第1の実施形態による光送受信装置における半導体基板の平面図である。

【図3】この発明の第1の実施形態による光送受信装置において半導体レーザーとして用いられるAlGaInP系半導体レーザーの発光スペクトルを示す略線図である。

【図4】この発明の第1の実施形態による光送受信装置におけるプラスチック光ファイバの伝送損失スペクトルを示す略線図である。

【図5】この発明の第1の実施形態による光送受信装置におけるフォトダイオードの表面保護膜の反射スペクトルを示す略線図である。

【図6】この発明の第1の実施形態による光送受信装置において半導体レーザーとして用いられるAlGaInP系半導体レーザーの具体的な構造例を示す断面図である。

【図7】この発明の第1の実施形態による光送受信装置において半導体レーザーとして用いられるAlGaInP系半導体レーザーの活性層の具体的な構造例を示すエネルギーバンド図である。

【図8】この発明の第1の実施形態による光送受信装置

をプラスチック光ファイバと一体化するために用いられるコネクタの一例を示す略線図である。

【図9】この発明の第1の実施形態による光送受信装置とプラスチック光ファイバとを用いた光通信ネットワークを示す略線図である。

【図10】この発明の第2の実施形態による光送受信装置を示す略線図である。

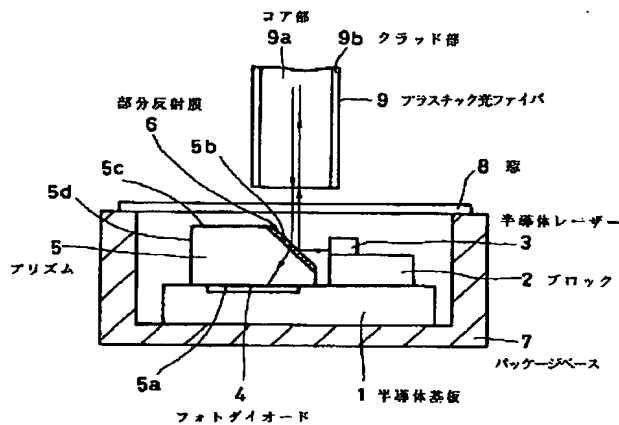
【図11】この発明の第3の実施形態による光送受信装置において半導体レーザーとして用いられるⅢ-Ⅴ族化合物半導体系半導体レーザーを示す断面図である。

【図12】この発明の第4の実施形態による光送受信装置において半導体レーザーとして用いられるⅢ-Ⅴ族化合物半導体系半導体レーザーの要部を示す一部拡大断面図である。

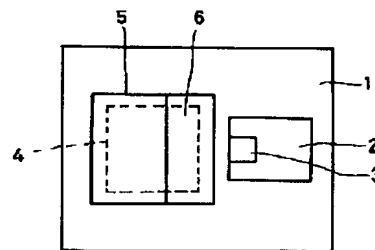
10

*

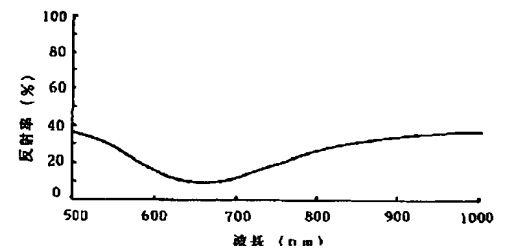
【図1】



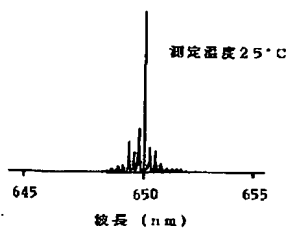
【図2】



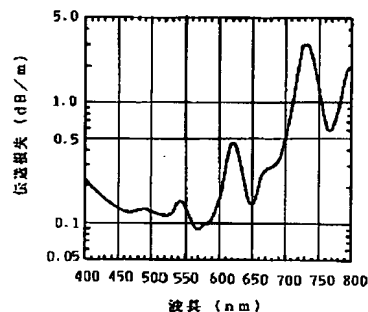
【図5】



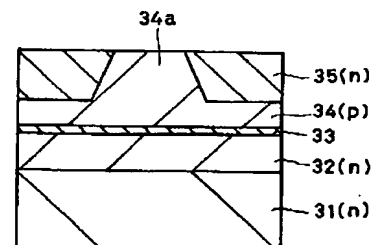
【図3】



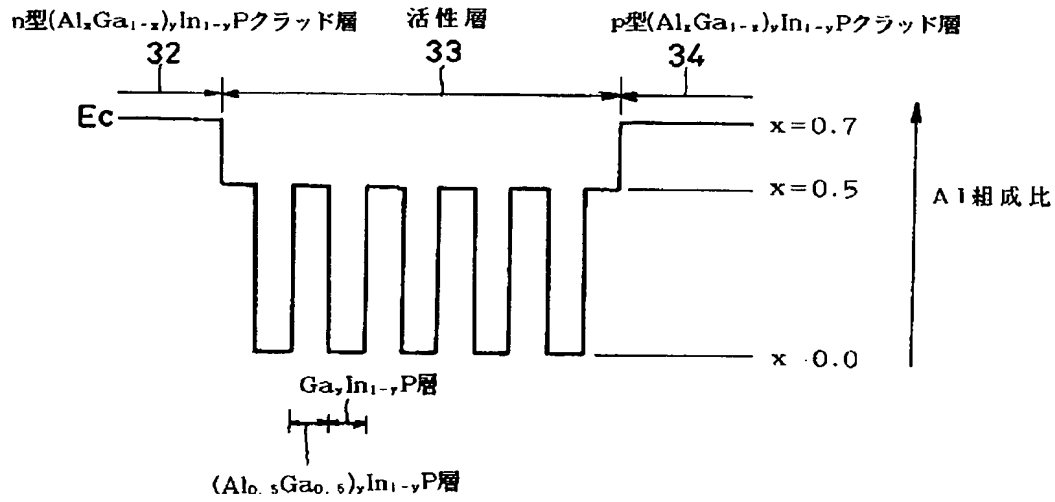
【図4】



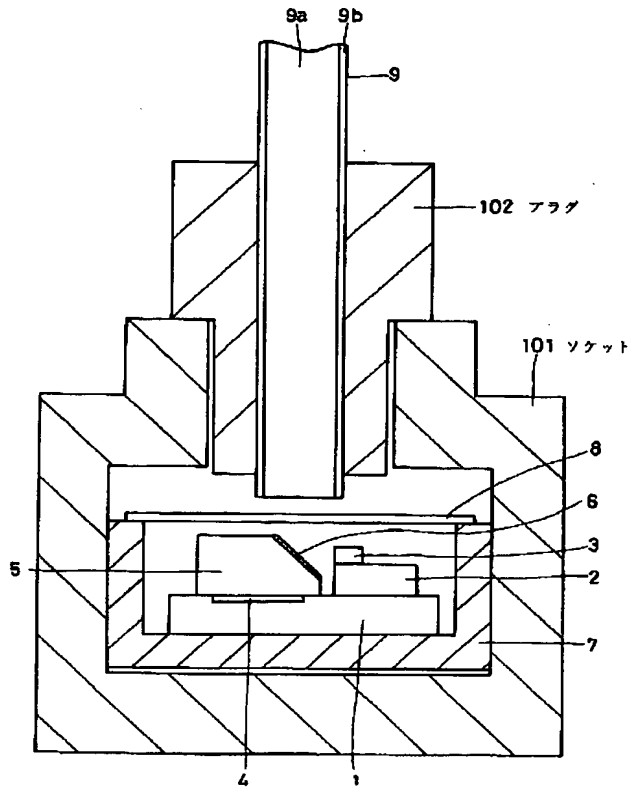
【図6】



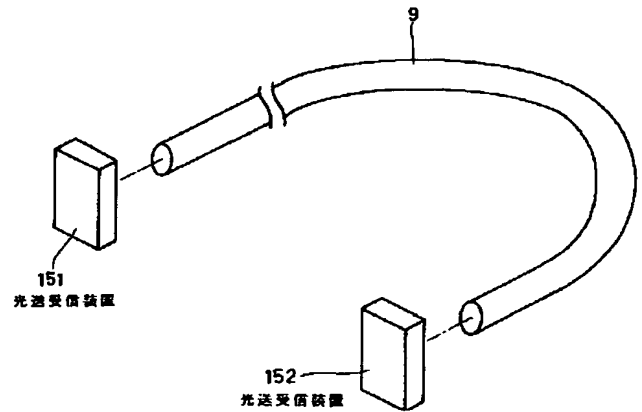
【図7】



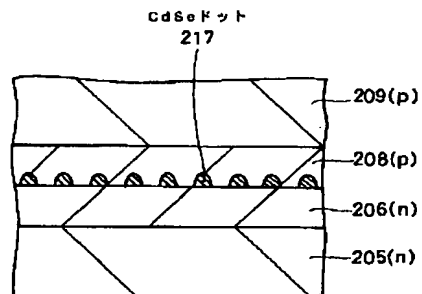
【図8】



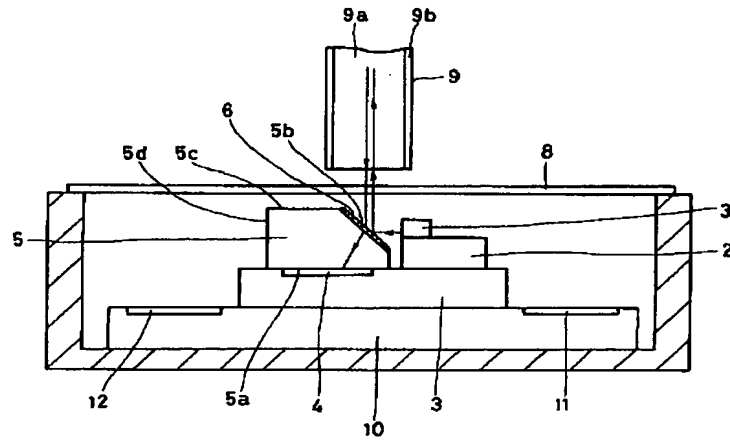
【図9】



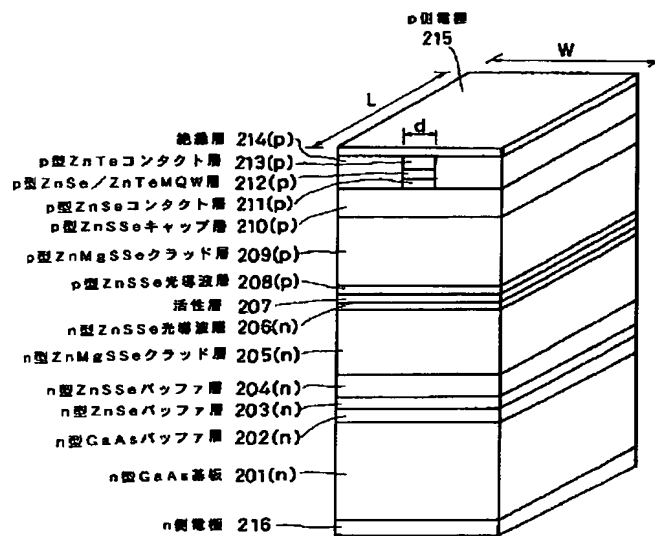
【図12】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H04B 10/12

// G11B 7/135

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所